

ANALISIS PERBANDINGAN PRODUKTIVITAS PRODUKSI BETON READYMIX METODE WETMIX DAN DRYMIX

Sunarto Suryanto¹, Sugiharti², Fauzi Akbar R.³

^{1,2,3}Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang

¹nartosuryanto@gmail.com, ²sugiharti@polinema.ac.id, ³fauziakbar@polinema.ac.id

(Artikel diterima: Februari 2020, direvisi: April 2020, diterima untuk terbit: Juli 2020)

Abstrak – Terdapat dua metode produksi beton readymix yang digunakan saat ini yaitu wetmix dan drymix. Pencampuran wetmix merupakan metode pencampuran beton yang memiliki produktivitas yang lebih tinggi dibandingkan drymix. Tingginya produktivitas tipe wetmix dikarenakan pan pengaduk pada pencampuran wetmix memiliki putaran mixing yang lebih cepat dari pada tipe drymix sehingga durasi pengadukan lebih cepat. Adapun perbaikan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produktivitas produksi beton readymix adalah dengan merubah bentuk batching plant serta memperbesar kapasitas hooper agregat agar dapat mengurangi waktu tunggu alat lain pada operasi penggunaan loader, sebab produksi beton pada aktivitas produksi berasal dari penggunaan loader untuk transportasi agregat.

Kata kunci: Wetmix, Drymix, Produktivitas.

I. PENDAHULUAN

Saat ini terdapat dua metode pencampuran yang berbeda pada produksi beton di *batching plant*. Metode pencampuran tersebut dapat dikategorikan menjadi dua jenis yaitu *wetmix* dan *drymix*. Pencampuran *wetmix* merupakan proses produksi beton dimana agregat, semen, air, dan zat adiktif yang di aduk dalam *pan* pengaduk. Sedangkan pencampuran *drymix* merupakan pencampuran material penyusun beton yang dilakukan di dalam *truck mixer*. Kedua jenis *batchingplant* tersebut yang saat ini ada di pasaran dan sering digunakan oleh perusahaan *readymix*.

Dengan melihat fakta bahwa adanya perbedaan dalam proses produksi tersebut, maka penulis akan melakukan Analisis Perbandingan Produktivitas Produksi Beton *Readymix* Metode *Wetmix* dan *Drymix*. Pada penelitian ini dilakukan dengan mengunjungi *batchingplant* dengan jenis *Wetmix* dan *Drymix* untuk selanjutnya merekam proses produksi beton. Hasil rekaman digunakan sebagai alat bantu dalam merumuskan waktu siklus produksi masing-masing alat. Data yang didapat kemudian disimulasikan untuk mendapatkan produktivitas dari produksi beton *wetmix* dan *drymix* tersebut.

Penelitian ini merumuskan beberapa masalah anatra lain, perbandingan produksi beton *readymix* dengan metode *wetmix* dan *drymix*, apa saja proses produksi yang menghambat kecepatan produksi beton *readymix*, dan bagaimana upaya perbaikan yang dapat dilakukan agar proses produksi beton dapat berjalan lebih cepat. Selain itu untuk memfokuskan arah penelitian, maka terdapat beberapa batasan masalah yaitu pengamatan dilakukan pada *batchingplant* yang berada di daerah jawa timur, penelitian tidak meninjau mutu yang dihasilkan setelah proses pengadukan baik dari aspek slump, setting time, maupun strength, penelitian ditinjau dalam satu mutu beton yang sama namun dengan proses produksi yang berbeda, tidak membahas secara khusus proses kimia yang terjadi pada campuran beton, dan penelitian tidak meninjau aspek biaya yang mempengaruhi pemilihan metoda pencampuran *wetmix* dan *drymix*.

II. DASAR TEORI

A. Material Penyusun Beton Readymix

Pada dasarnya *material* bahan baku untuk beton *readymix* sama dengan beton yang diproduksi secara tradisional di lokasi proyek, namun pada beton *readymix* lebih umum menggunakan bahan tambahan seperti *admixture* karena adanya proses transportasi dari *batching plant* menuju lokasi proyek untuk menyesuaikan waktu *setting* beton. Secara keseluruhan material penyusun beton *readymix* antara lain:

- Semen
- Agregat
- Air
- Bahan Tambah

B. Pencampuran Wetmix

Pada proses produksi beton dengan pencampuran *wetmix*, proses dimulai dari pengangkutan *material* dari lokasi *stock pile* menuju *loading bin* dengan menggunakan *wheel loader* selanjutnya *material* (*aggregate*) di timbang dan dimasukkan kedalam *mixer* dengan kapasitas 3 m³ dengan bantuan *belt conveyor* dan dilakukan pencampuran dengan semen dan air. Alat pengaduk membutuhkan beberapa saat untuk menjadikan semua *material* tersebut menjadi beton. Setelah selesai selanjutnya beton dituangkan ke dalam *truck mixer*. Proses pencampuran berlangsung 2 kali agar dapat memenuhi *truck mixer* untuk selanjutnya dibawa menuju lokasi pengecoran.

C. Pencampuran Drymix

Pembuat beton dengan sistem adukan kering atau *drymix*, merupakan proses pembuatan beton *readymix* dimana *material* yang berupa pasir, batu, air dan semen diaduk dan dijadikan beton di dalam *truck mixer*. *Batching plant* hanya berfungsi untuk menimbang *material* dan menghantarkannya ke dalam drum *truck mixer*. Semua *material* yg telah masuk ke dalam drum *mixer* akan diaduk beberapa saat dengan putaran drum

yang sudah ditentukan untuk dijadikan beton.

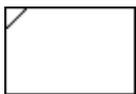
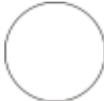
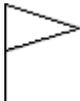
D. Pemodelan Cyclone

Cyclone (Cyclic Operation Network) merupakan suatu teknik pemodelan yang dirancang dalam penggunaan analisa suatu kegiatan konstruksi dalam satu simulasi yang kontinyu pada lapangan. Pemodelan dengan menggunakan proses cyclone ini menggunakan

software yang disebut microcyclone dimana melibatkan tugas-tugas (tasks), diperoleh durasi setiap task yang ada uraian suatu kegiatan yang disebut work task.

Enam elemen dalam pemodelan cyclone pada umumnya digambarkan dalam bentuk beberapa simbol yang sering digunakan. Adapun tabel bentuk elemen yang sering digunakan dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Elemen – elemen dalam pemodelan cyclone

Nama	Simbol	Fungsi
<i>Combination (COMBI) Activity</i>		Elemen yang akan menjadi aktif setelah beberapa kondisi terpenuhi, misalnya tersedianya beberapa jenis sumberdaya tertentu untuk memulai pekerjaan
<i>Normal Activity</i>		Elemen yang akan aktif setelah kegiatan lain yang mendahuluinya selesai. Normal hanya dapat di dahului oleh normal atau combi lainnya dan tidak dapat didahului oleh queue
<i>Queue Node</i>		Berperan sebagai “ruang tunggu” sementara bagi sumberdaya ketika sedang tidak aktif atau sedang dalam posisi menunggu
<i>Function Node</i>		Tidak mempunyai fungsi intrinsik tetapi dapat disisipkan di mana saja kecuali diantara simbol combi & queue yang mendahului, untuk membentuk fungsi khusus tertentu
<i>Accumulator</i>		Merupakan sistem pemantauan & pengendalian bagi elemen-elemen cyclone lainnya
<i>Arc</i>		Berfungsi menunjukkan arah aliran sumberdaya antara sumberdaya dan work task

Pada pemodelan Cyclone semua resources dan tasks secara eksplisit sebagai flow unit, adapun prosedur pemodelan dapat dilihat sebagai berikut :

- Identifikasi resources dan flow units
- Mengembangkan siklus dari flow units
- Mengintegrasikan siklus dari flow units
- Inisial flow units

E. Pemodelan Durasi

Dalam menghubungkan waktu perpindahan pelaksanaan suatu tugas, maka pada model Cyclone ini bisa memberikan periode waktu suatu unit resource terlibat dalam tugasnya dengan urutan tertentu. Dengan begitu maka model bisa menentukan *output* operasional dan tingkat produktifitas dalam satuan waktu. Sehingga memungkinkan untuk menentukan waktu *idle* suatu resources dengan jumlah yang berbeda, yang berpengaruh pada tingkat produktifitas.

Dua dari elemen sistem Cyclone bisa digunakan untuk menentukan lama penundaan atau waktu perpindahan dari tugas yang berbeda. Sistem kinerjanya adalah fungsi dalam menentukan elemen waktu dan logika sistemnya. Dalam mendefinisikan tugas Combi dan Normal dan hubungannya dengan waktu adalah penting untuk memberikan gambaran penting dalam keadaan sebenarnya.

1. Durasi deterministik

Durasi waktu yang bisa pasti ditentukan merupakan durasi waktu pasti. Hal ini bisa terjadi karena, resource yang digunakan memberikan nilai pasti dalam setiap arus yang diperhitungkan dan durasi tugas memiliki variasi waktu yang kecil sehingga lebih baik dianggap sebagai waktu yang konstan.

2. Durasi acak (random)

Didalam sistem, keacakan lama (durasi) tugas-tugas yang mempengaruhi satu siklus dipertimbangkan. Pengaruh keacakan durasi dalam perpindahan unit flow

sangat penting menyebabkan perubahan yang disebabkan oleh penundaan dalam siklus produktifitas dan operasi. Durasi acak (random) ini terdiri dari normal, lognormal, beta, gamma, eksponensial, Chi – Square, pareto, dan lain – lain.

F. Simulasi

Simulasi merupakan penggunaan model rencana dalam melakukan percobaan – percobaan untuk mendapatkan kemungkinan – kemungkinan dari model rencana tersebut. Simulasi ini digunakan untuk mencari durasi *steady state* tiap *work task* sehingga dapat digunakan untuk mengidentifikasi durasi pemakaian alat yang terlibat pada *work task* dalam proses produksi beton *readymix*. Durasi pemakaian alat ini lah yang nantinya digunakan dalam proses analisa produktivitas yang dihasilkan pada keseluruhan proses produksi beton *readymix*.

G. Studi Kasus

Pengambilan data dilakukan pada 3 lokasi *batching plant* yang berada di Gresik, Malang, dan Gempol. Karakteristik dari tiap lokasi *batching plant* sebagai berikut:

Studi Kasus I

Pada *plant* ini kapasitas *pan* pengaduk yang digunakan sebesar 3 m³, akan tetapi kapasitas 3 m³ tidak dapat digunakan sepenuhnya dalam proses pencampuran karena akan membuat beton yang berada didalamnya akan mudah tumpah. Maka *pan* hanya di isi maksimal 2,5 m³.

Dalam mengoperasikan *pan* pengaduk ini menggunakan tenaga listrik. Durasi proses produksi pada *plant* ini tergambar pada Gambar 1.

Studi Kasus II

Kapasitas *truck mixer* yang digunakan untuk proses pencampuran *drymix* ini adalah sebesar 6 m³, akan tetapi kapasitas 6 m³ tidak lah dapat digunakan sepenuhnya dalam proses pencampuran karena akan membuat beton yang berada didalamnya akan mudah tumpah saat perjalanan menuju lokasi . Maka *truck mixer* hanya di isi maksimal 5 m³. Dalam mengoperasikan *mixer* ini menggunakan bahan bakar dari solar untuk menggerakkan motor yang terdapat di bagian belakang tempat duduk kemudi. Proses produksi pada *plant* ini tergambar pada Gambar 2.

Studi Kasus III

Kapasitas *truck mixer* yang digunakan untuk proses pencampuran *drymix* ini adalah sebesar 8 m³, akan tetapi kapasitas 8 m³ tidak dapat digunakan sepenuhnya dalam proses pencampuran karena akan membuat beton yang berada didalamnya akan mudah tumpah saat perjalanan menuju lokasi . Maka *truck mixer* hanya di isi maksimal 7 m³. Dalam mengoperasikan *mixer* ini menggunakan bahan bakar dari solar untuk menggerakkan motor yang terdapat di bagian belakang tempat duduk kemudi. Proses produksi pada *plant* ini tergambar pada Gambar 3.

Tabel 2. Rekapitulasi Durasi *Work task* Produksi Beton *Readymix* Studi Kasus I

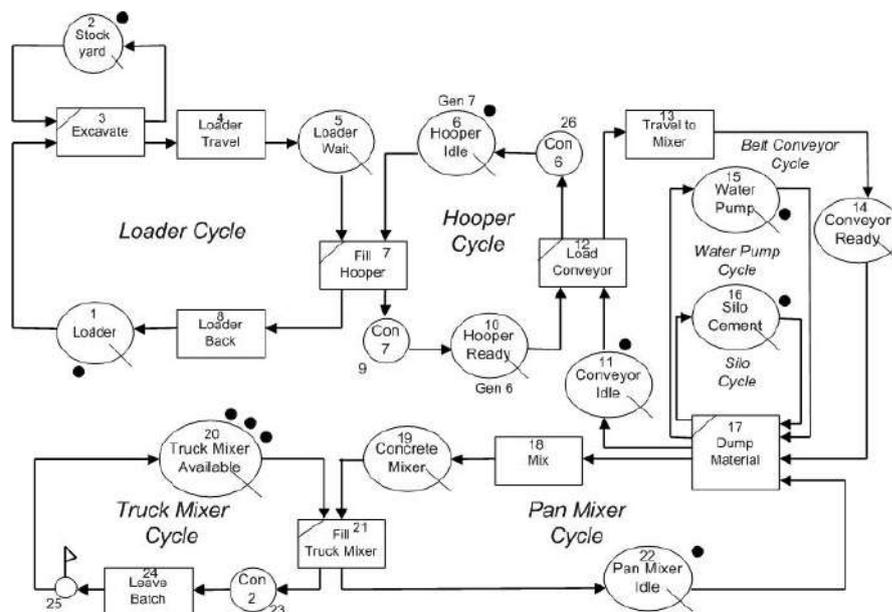
NODE	AKTIFITAS	DURASI SIKLUS KE- (dtk)						
		1	2	3	4	5	6	7
3	Excavate	10	8	6	7	8	6	9
4	Loader Travel	40	37	25	32	28	28	27
7	Fill Hooper	8	7	9	10	7	9	7
8	Loader Back	45	42	32	34	35	24	28
12	Load Conveyor	25	20	30	25	18	20	
13	Travel to Mixer	33	23	39	39	30	43	
17	Dump Material	14	16	19	14	24	16	
18	Mix	30	31	45	43	33	40	
21	Fill Truck Mixer	18	15	32	38	20	24	
24	Leave Batch	5	5	5				

Tabel 3. Rekapitulasi Durasi *Work task* Produksi Beton *Readymix* Studi Kasus II

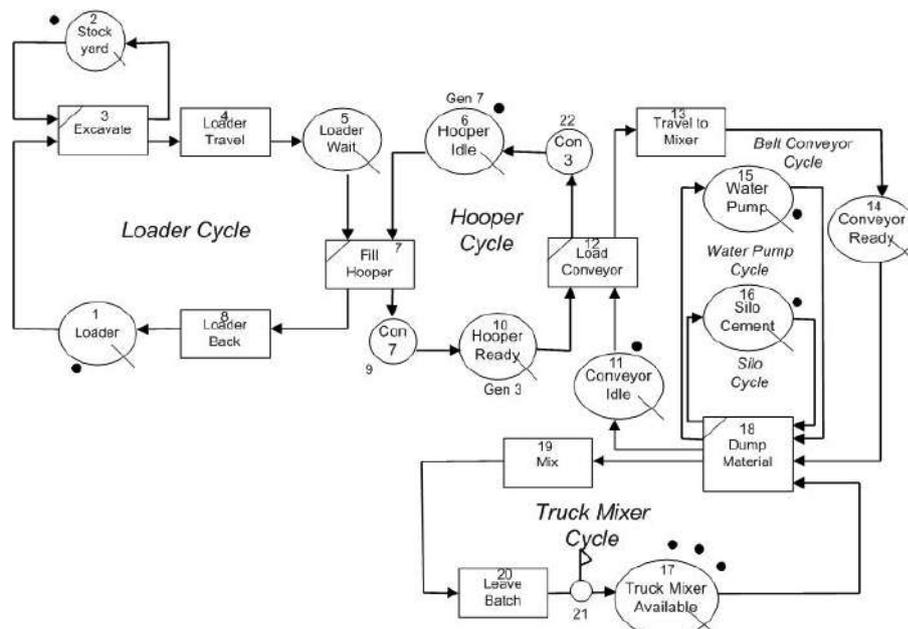
NODE	AKTIFITAS	DURASI SIKLUS KE- (dtk)						
		1	2	3	4	5	6	7
3	Excavate	10	8	10	15	10	6	5
4	Loader Travel	45	46	34	34	44	42	41
7	Fill Hooper	20	35	5	18	4	5	7
8	Loader Back	46	45	54	35	39	36	29
12	Load Conveyor	89	95	122				
13	Travel to Mixer	120	150	168				
17	Dump Material	100	114	121				
18	Mix	355	471	402				
24	Leave Batch	6	7	7				

Tabel 4. Rekapitulasi Durasi *Work task* Produksi Beton *Readymix* Studi Kasus III

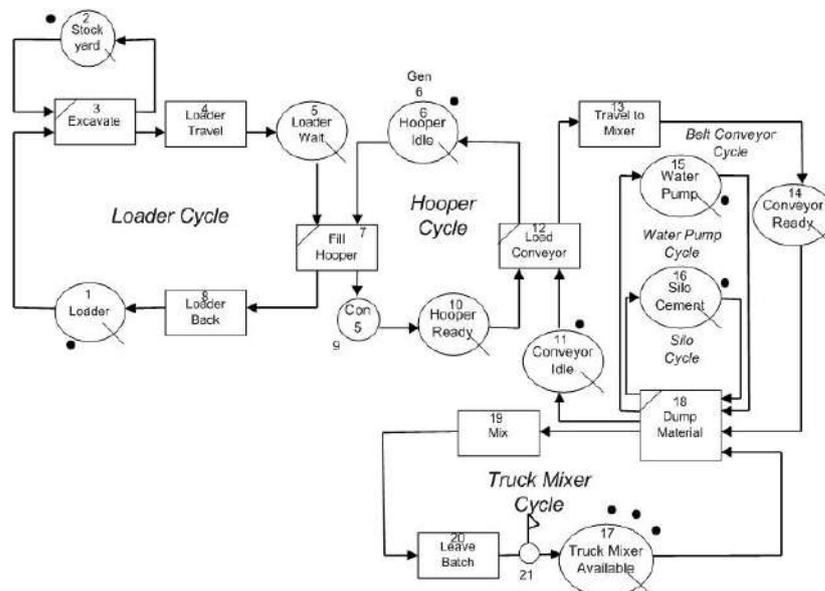
NODE	AKTIFITAS	DURASI SIKLUS KE- (dtk)														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
3	Excavate	7	10	6	6	6	6	15	6	3	4	4	6	6	4	6
4	Loader Travel	22	19	18	27	20	19	19	11	28	46	15	15	26	16	35
7	Fill Hooper	45	6	31	58	39	49	5	23	39	39	32	15	37	38	23
8	Loader Back	44	16	16	26	22	48	29	30	24	17	22	25	31	30	35
12	Load Conveyor	78	90	83												
13	Travel to Mixer	92	101	92												
17	Dump Material	46	48	43												
18	Mix	335	349	282												
24	Leave Batch	15	12	13												



Gambar 1. Simulasi Produksi Plant PT. Varia Usaha Beton , Gresik



Gambar 2. Simulasi Produksi Plant PT. Surya Beton Indonesia , Malang



Gambar 3. Simulasi Produksi Plant PT. SCG Readymix Indonesia , Gempol

III. ANALISIS

Dalam penelitian ini terdapat satu lokasi studi kasus untuk *wetmix* dan dua lokasi studi kasus untuk *drymix*. Karakteristik dari ketiga *batching plant* tersebut pun berbeda antara satu dengan yang lain. Perbedaan masing-masing lokasi secara garis besar dapat digambarkan pada kapasitas *hooper* dan jenis *batching plant*. Analisis selanjutnya dapat dilihat sebagai berikut.

adapun Durasi yang digunakan dalam estimasi ini, merupakan hasil simulasi berdasarkan model yang telah disimulasikan dalam *software WebCyclone*. Selanjutnya estimasi produktivitas dilakukan dengan melihat durasi steady untuk memproduksi beton berdasarkan simulasi

software WebCyclone.

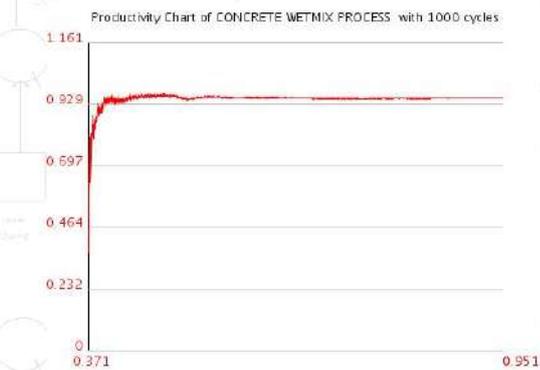
A. Analisis Produktivitas Studi Kasus I

Pada proses simulasi ini, dilakukan proses simulasi sebanyak 1000 siklus agar didapat durasi work task yang optimal atau steady, sehingga apabila pada tiap siklus diproduksi beton sebanyak 5 m³, maka proses simulasi ini akan menghasilkan beton sebesar 5000 m³. Berdasarkan hasil pengamatan durasi pada beberapa siklus, dilakukan simulasi menggunakan *software*

WebCyclone. Sehingga di dapat hasil simulasi pada Tabel 4 dan Gambar 4.

Tabel 4. Outcome Simulasi Studi Kasus I

CONCRETE WETMIX PROCESS						
PRODUCTIVITY INFORMATION						
Total Sim. Time Unit	Cycle No.	Productivity (per time unit)				
5255.4	1000	0.9514013257768215				
CONCRETE WETMIX PROCESS						
CYCLONE ACTIVE ELEMENTS STATISTICS INFORMATION						
Activity Type	No.	Name	Access Counts	Average Duration	Minimum Duration	Maximum Duration
COMBI	3	EXCAVATE	2339	0.2	0.4	0.8
NORMAL	4	TRAVEL	2339	0.5	0.3	0.4
COMBI	7	FILL HOOPER	2338	0.1	0.2	0.1
NORMAL	8	TRAVEL BACK	2338	0.6	1.7	0.6
COMBI	12	LOAD CONVEYOR	2001	0.4	0.5	0.3
NORMAL	13	TRAVEL TO MIXER	2001	0.6	0.5	0.4
COMBI	17	DUMP MATERIAL	2000	0.3	0.4	0.2
NORMAL	18	MIX	2000	0.6	0.8	0.4
COMBI	21	FILL TRUCK MIXER	2000	0.4	0.7	0.3
NORMAL	24	LEAVE BATCH	2000	0.1	0.3	0.1



Gambar 4. Grafik Produktivitas Studi Kasus I

Setelah dilakukan proses simulasi, didapatkan beberapa informasi dari proses produksi beton *batching plant* dengan 1000 kali siklus simulasi pada metode pencampuran *wetmix* ini. Diantaranya untuk mencapai siklus produksi ke 1000 dibutuhkan waktu produksi sebesar 5255,4 menit. Selain itu diketahui pula bahwa produktivitas *batching plant* ini sebesar 0,95 m³/menit atau apabila di konversi dalam satuan jam, plant ini mampu memproduksi beton sebesar 57 m³/jam

B. Analisis Produktivitas Studi Kasus II

Pada proses simulasi ini, dilakukan proses simulasi sebanyak 1000 siklus agar didapat durasi work task yang optimal atau steady, sehingga apabila pada tiap siklus diproduksi beton sebanyak 5 m³, maka proses simulasi ini akan menghasilkan beton sebesar 5000 m³. Berdasarkan hasil pengamatan durasi pada beberapa siklus, dilakukan simulasi menggunakan software *WebCyclone*. Sehingga di dapat hasil simulasi pada Tabel 5 dan Gambar 5.

Tabel 5. Outcome Simulasi Studi Kasus II

CONCRETE DRYMIX 1 PROCESS						
PRODUCTIVITY INFORMATION						
Total Sim. Time Unit	Cycle No.	Productivity (per time unit)				
8318.4	1000	0.6014014544432559				
CONCRETE DRYMIX 1 PROCESS						
CYCLONE ACTIVE ELEMENTS STATISTICS INFORMATION						
Activity Type	No.	Name	Access Counts	Average Duration	Minimum Duration	Maximum Duration
COMBI	3	EXCAVATE	2339	0.2	0.3	0.1
NORMAL	4	TRAVEL	2339	0.7	0.8	0.5
COMBI	7	FILL HOOPER	2338	0.2	1.8	0.0
NORMAL	8	TRAVEL BACK	2338	0.7	1.8	0.0
COMBI	12	LOAD CONVEYOR	1001	1.7	10.5	0.0
NORMAL	13	TRAVEL TO MIXER	1001	2.4	15.0	0.0
COMBI	18	DUMP MATERIAL	1000	1.9	11.5	0.0
NORMAL	19	MIX	1000	6.8	42.1	0.0
NORMAL	20	LEAVE BATCH	1000	0.1	0.7	0.0



Gambar 5. Grafik Produktivitas Studi Kasus II

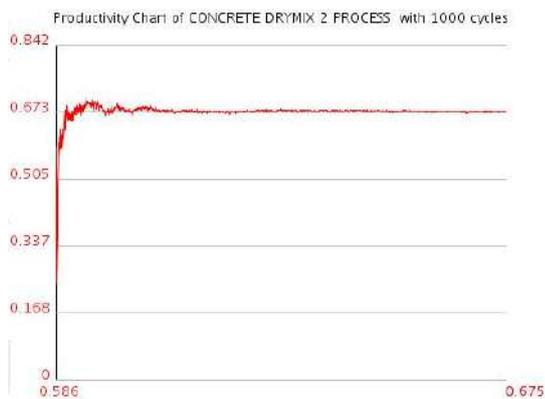
Setelah dilakukan proses simulasi, didapatkan beberapa informasi dari proses produksi beton *batching plant* dengan 1000 kali siklus simulasi pada metode pencampuran *wetmix* ini. Diantaranya untuk mencapai siklus produksi ke 1000 dibutuhkan waktu produksi sebesar 8318,4 menit. Selain itu diketahui pula bahwa produktivitas *batching plant* ini sebesar 0,60 m³/menit atau apabila di konversi dalam satuan jam, plant ini mampu memproduksi beton sebesar 36 m³/jam

C. Analisis Produktivitas Studi Kasus III

Pada proses simulasi ini, dilakukan proses simulasi sebanyak 1000 siklus agar didapat durasi work task yang optimal atau steady, sehingga apabila pada tiap siklus diproduksi beton sebanyak 6 m³, maka proses simulasi ini akan menghasilkan beton sebesar 6000 m³. Berdasarkan hasil pengamatan durasi pada beberapa siklus, dilakukan simulasi menggunakan software *WebCyclone*. Sehingga di dapat hasil simulasi pada Tabel 6 dan Gambar 6.

Tabel 6. Outcome Simulasi Studi Kasus III

CONCRETE DRYMIX 2 PROCESS						
PRODUCTIVITY INFORMATION						
Total Sim. Base Year	Cycle Hrs	Productivity (per time unit)				
8887.6	1000	0.6750951421472879				
CONCRETE DRYMIX 2 PROCESS						
CYCLONE ACTIVE ELEMENTS STATISTICS INFORMATION						
Activity Type	No	Name	Access Count	Average Duration	Maximum Duration	Minimum Duration
COMB1	1	DISCHARGE	5012	0.3	0.3	0.1
NORMAL	4	TRAVEL	5013	0.4	0.2	0.2
COMB1	1	FILL HOOPER	5011	0.6	2.7	0.0
NORMAL	8	TRAVEL BACK	5011	0.5	2.1	0.0
COMB1	12	LOAD CONVEYOR	1002	1.4	8.6	0.0
NORMAL	11	TRAVEL TO MIXER	1001	1.6	9.8	0.0
COMB1	18	DUMP MATERIAL	1001	0.8	4.7	0.0
NORMAL	19	MIX	1000	5.4	23.1	0.0
NORMAL	20	LEAVE BATCH	1000	0.2	1.4	0.0



Gambar 6. Grafik Produktivitas Studi Kasus III

Setelah dilakukan proses simulasi, didapatkan beberapa informasi dari proses produksi beton *batching plant* dengan 1000 kali siklus simulasi pada metode pencampuran *wetmix* ini. Diantaranya untuk mencapai siklus produksi ke 1000 dibutuhkan waktu produksi sebesar 8887,6 menit. Selain itu diketahui pula bahwa produktivitas *batching plant* ini sebesar 0,675 m³/menit atau apabila di konversi dalam satuan jam, plant ini mampu memproduksi beton sebesar 41 m³/jam

D. Perbandingan

Berdasarkan hasil simulasi pada seluruh lokasi *batching plant*, diketahui nilai perbandingan produktivitas sebagai berikut:



Gambar 7. Grafik Perbandingan Produktivitas *Batching plant*

Hasil ini menunjukkan produktivitas beton yang di produksi pada *batchingplant* tipe *wetmix* dapat

memberikan produktivitas yang cukup tinggi dibandingkan tipe *drymix*. Berdasarkan pengamatan, penyebab lamanya proses produksi adalah karena durasi pencampuran yang berbeda cukup signifikan. Durasi mixing pada *wetmix* hanya membutuhkan durasi kurang dari 1 menit per satu kali campuran, yang jika ingin memproduksi beton dengan memenuhi truck *mixer* akan membutuhkan waktu kurang lebih 2 menit, sedangkan pada *drymix* membutuhkan waktu mixing lebih dari 5 menit untuk produksi 1 truck *mixer*.

E. Analisis Potensi Perbaikan

Berdasarkan hasil analisa produktivitas di atas dapat disimpulkan bahwa *batchingplant wetmix* memiliki produktivitas yang tinggi dibanding *drymix*. Hasil pengamatan lapangan dan hasil analisa simulasi menunjukkan hal yang hampir sama, yaitu penggunaan loader sebagai alat angkut agregat memiliki peran yang sangat vital pada proses produksi. Hal ini dapat diamati berdasarkan rekap waktu tunggu yang bernilai nol, sehingga menandakan loader selalu bekerja terus menerus ketika proses produksi berlangsung seperti yang ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Perbandingan Waktu Tunggu Loader dan Concrete Mixer

NO	RESOURCE	BATCHINGPLANT		
		I	II	III
		WETMIX	DRYMIX	DRYMIX
1	Loader Wait	0	0	0
2	Concrete Mixer	1.3	16.1	20.2

Namun dengan kesibukan loader yang sangat tinggi, ternyata tidak di imbangi dengan kecepatan produksi pada alat pencampur beton. Pada *batchingplant* I tampak bahwa alat pengaduk beton (*pan mixer*) cukup singkat dibandingkan *batching plant* tipe *drymix* (Tabel 7). Waktu tunggu yang singkat menandakan alat tersebut memiliki produktivitas yang tinggi jika dibandingkan yang memiliki waktu tunggu yang besar.

Perbaikan yang dapat dilakukan tentunya perlu menganalisis 2 pekerjaan utama tersebut, yaitu berfokus pada proses pengisian agregat ke dalam *hooper* yang melibatkan loader sebagai alat utama dan proses pencampuran yang dilakukan *pan mixer* atau truck *mixer* yang memiliki perbedaan signifikan dalam pemrosesan material. Pada tabel IV.20 ditunjukkan waktu siklus masing-masing loader di tiap *batchingplant*. Dapat dilihat bahwa waktu siklus pada *batchingplant* I cukup cepat dibandingkan *batchingplant* II dan III. Berdasarkan pengamatan, sebab lamanya siklus kerja loader pada *batchingplant* II di karenakan loader mengambil agregat ke stock yard cukup jauh menuju *hooper* sehingga travel time loader cukup lama. Sedangkan pada *batchingplant* III permasalahan yang dihadapi oleh loader adalah kapasitas *hooper* yang cukup kecil, sehingga proses fill *hooper* memakan waktu lama. Berbeda dengan *batchingplant* 1 yang cukup singkat karena lokasi stock

yard cukup dekat dan *hooper* yang cukup besar sehingga pekerjaan *loader* dapat lebih mudah.

Tabel 8. Perbandingan Waktu Rata-rata Siklus Kerja *Loader* (menit)

NO	TASK	BATCHINGPLANT		
		I	II	III
		WETMIX	DRYMIX	DRYMIX
1	EXCAVATE	0.2	0.2	0.3
2	TRAVEL	0.5	0.7	0.4
3	FILL HOOPER	0.1	0.2	0.6
4	TRAVEL BACK	0.6	0.7	0.5
TOTAL SIKLUS KERJA		1.40	1.80	1.80

Jika pada *batchingplant* II dan III dilakukan desain layout penempatan stock yard dan *hooper* seperti *batchingplant* 1, maka produktivitas dari kedua *batchingplant* tersebut dapat dilihat seperti tabel IV.21 dan IV.22 berikut.

Tabel 9. Output Simulasi Perbaikan Studi Kasus II

CONCRETE DRYMIX I PROCESS						
PRODUCTIVITY INFORMATION						
Total Sim. Time (min)		Cycle No.		Productivity (per time used)		
7660.2		1000		0.652043001936978		
CONCRETE DRYMIX I PROCESS						
CYCLONE ACTIVE ELEMENTS STATISTICS INFORMATION						
Activity Type	No.	Name	Access Counts	Average Duration	Maximum Duration	Minimum Duration
COMBI	3	EXCAVATE	2239	0.2	0.4	0.0
NORMAL	4	TRAVEL	2239	0.5	0.7	0.4
COMBI	7	FILL HOOPER	2238	0.1	0.2	0.1
NORMAL	8	TRAVEL BACK	2238	0.6	1.3	0.0
COMBI	12	LOAD CONVEYOR	1001	1.3	16.5	0.0
NORMAL	13	TRAVEL TO MIDDLE	1001	1.4	15.9	0.0
COMBI	18	DUMP MATERIAL	1000	1.0	11.5	0.0
NORMAL	19	MIX	1000	6.8	42.1	0.0
NORMAL	20	LEAVE BATCH	1000	0.1	0.7	0.0

Tabel 10. Output Simulasi Perbaikan Studi Kasus III

CONCRETE DRYMIX I PROCESS						
PRODUCTIVITY INFORMATION						
Total Sim. Time (min)		Cycle No.		Productivity (per time used)		
2859.0		1000		0.8542583748343907		
CONCRETE DRYMIX I PROCESS						
CYCLONE ACTIVE ELEMENTS STATISTICS INFORMATION						
Activity Type	No.	Name	Access Counts	Average Duration	Maximum Duration	Minimum Duration
COMBI	3	EXCAVATE	2239	0.2	0.4	0.0
NORMAL	4	TRAVEL	2239	0.5	0.7	0.4
COMBI	7	FILL HOOPER	2239	0.1	0.2	0.1
NORMAL	8	TRAVEL BACK	2238	0.6	1.7	0.0
COMBI	12	LOAD CONVEYOR	1001	1.4	8.6	0.0
NORMAL	13	TRAVEL TO MIDDLE	1001	1.6	9.8	0.0
COMBI	18	DUMP MATERIAL	1001	0.8	4.7	0.0
NORMAL	19	MIX	1000	5.4	33.1	0.0
NORMAL	20	LEAVE BATCH	1000	0.2	1.4	0.0

Jika *loader* pada *batchingplant* II dan III bekerja seperti halnya kondisi *batchingplant* I, maka dapat dilihat terjadi kenaikan produktivitas seperti hasil simulasi, yaitu produktivitas meningkat menjadi 0,65 m³/menit dari yang awalnya 0,60 m³/menit seperti grafik yang ditunjukkan pada gambar IV.17. Sementara pada *batchingplant* III akan mengalami peningkatan produktivitas dari 0,675 m³/menit menjadi 0,85 m³/menit seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik Perbandingan Produktivitas Studi Kasus II



Gambar 9. Grafik Perbandingan Produktivitas Studi Kasus III

Dari hasil simulasi tersebut dapat ditarik sebuah kesimpulan, bahwa peran *loader* dalam bekerja dapat mempengaruhi produktivitas keseluruhan *batchingplant*. Hal ini wajar dikarenakan proses produksi tidak dapat dilakukan jika agregat kasar dan halus tidak dimasukan terlebih dahulu kedalam *hooper*. Maka peningkatan produktivitas juga semakin meningkat jika ketersediaan agregat didalam *hooper* dapat di supply dengan baik. Dalam hal ini didukung oleh tata letak stock yard yang dekat dan kapasitas *hooper* yang besar agar *loader* dapat bekerja secara efektif.

Akan tetapi, walaupun produktivitas *batchingplant* II dan III meningkat, peningkatan tersebut masih dibawah produktivitas *batchingplant* I yang menggunakan tipe *wetmix*. Berdasarkan hasil pengamatan, kecepatan mixing sangat mempengaruhi kecepatan produksi tersebut. Nampak pada tabel IV.23 berikut kecepatan *mixer* per m³ pada *pan mixer* ternyata menunjukkan waktu yang cukup singkat, yaitu sebesar 0,24 menit atau setara 14 detik.

Tabel 11. Perbandingan Rata-rata Mixing per m³

NO	TASK	BATCHINGPLANT			SATUAN
		I	II	III	
		WETMIX	DRYMIX	DRYMIX	
1	MIX	0.6	6.8	5.4	min
2	PRODUCTION per Cycle	2.5	5	7	m ³
TOTAL SIKLUS MIX/m ³		0.24	1.36	0.77	min/m ³

Sedangkan pada pencampuran pada metode *drymix* atau menggunakan truck *mixer* dalam proses pencampuran

membutuhkan waktu yang lebih lama yaitu berkisar 0,77 sampai 1,36 menit per m³ atau membutuhkan waktu sekitar 46,2 detik hingga 81 detik per m³ beton. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pencampuran *drymix* membutuhkan waktu yang lama dalam melakukan proses produksi beton *readymix* berdasarkan hasil pengambilan data di lapangan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis produktivitas dua jenis metode produksi beton yang telah diteliti, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang dilakukan dapat diketahui bahwa produktivitas *batchingplant* tipe *wetmix* memiliki produktivitas yang lebih tinggi di bandingkan tipe *drymix*
- Proses yang menghambat kecepatan produksi beton *readymix* tipe *drymix* dikarenakan proses mixing yang lebih lama, yaitu diatas 5 menit, sedangkan untuk volume produksi yang sama, tipe *wetmix* membutuhkan waktu sekitar 2 menit. Selain itu tata letak stock yard yang terlalu jauh dan ukuran *hooper* yang terlalu kecil juga mempengaruhi produktivitas

loader untuk melakukan pengisian agregat untuk proses produksi beton.

- Perbaikan yang dapat dilakukan agar dapat meningkatkan produktivitas *batchingplant* adalah melakukan pencampuran ke dalam *pan mixer* yang dimiliki oleh tipe *wetmix*, selain itu penempatan stock yard untuk agregat kasar dan agregat halus diupayakan agar lebih dekat dengan *hooper* agar travel time *loader* dapat lebih cepat, selain itu kapasitas *hooper* yang besar dapat mempermudah proses dumping yang dilakukan *loader* agar produktivitas dapat lebih meningkat.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abduh, Muhamad. 2015, "Bahan Kuliah SI-5151 Produktivitas Konstruksi", Tidak Dipublikasikan, Institut Teknologi Bandung.
- [2] Halpin, Daniel W, Riggs, Leland S, 1992, "Planning and Analysis of Construction Operations", Indiana: Jhon Wiley & Sons, Inc.
- [3] Octavia, D. (2014): Pemilihan Metoda Kerja Pengecoran Beton yang Rendah Emisi dengan Simulasi, Tesis Manajemen Rekayasa Konstruksi, Institut Teknologi Bandung.
- [4] Oglesby, Clarkson H, et al., 1989, "Productivity Improvement in Construction", New York: McGraw-Hill.